

**PRARANCANGAN PABRIK ASAM FORMIAT  
DENGAN PROSES HIDROLISA METIL FORMIAT  
KAPASITAS 20.000 TON / TAHUN**



**Disusun Oleh :**

**1. Dini Anggraini    I.1502017**

**PROGRAM STUDI S1 NON REGULER  
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS SEBELAS MARET  
SURAKARTA**

**2005**

## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada penulis panjatkan kepada Tuhan yang Maha Esa atas karunia dan berkat-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan laporan tugas akhir dengan judul “Prarancangan Pabrik Asam formiat dengan Proses Hidrolisa Metil Formiat dengan Kapasitas 20.000 Ton/tahun”. Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis memperoleh banyak bantuan baik berupa dukungan moral maupun spiritual dari berbagai pihak. Oleh karena itu sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Ibu Ir. Nunik Sri Wahjuni. M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Bapak Ir. Rusdiansjah selaku Ketua Program S1 Non Reguler Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Ibu Dwi Ardiana S.T., M.T., selaku Dosen Pembimbing atas bimbingan dan bantuannya dalam penulisan tugas akhir.
4. Seluruh staf dosen Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret atas bimbingan dan bantuannya selama penulis menempuh pendidikan.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu penulis membuka diri terhadap segala saran dan kritik yang membangun. Semoga laporan tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi penulis dan pembaca sekalian.

Surakarta, Juni 2005

Penulis

## Intisari

Asam Formiat merupakan bahan yang digunakan antara lain sebagai bahan baku untuk pembekuan getah karet atau koagulan, *desinfektan* dan bahan pewarna dalam industri tekstil.

Prarancangan pabrik asam formiat proses hidrolisa metil formiat kapasitas 20.000 ton/tahun didirikan untuk memenuhi kebutuhan asam formiat dalam negeri dan selebihnya untuk diekspor. Pabrik ini direncanakan akan didirikan dikawasan Industri Gresik, Jawa Timur.

Pembentukan asam formiat merupakan reaksi hidrolisa yang dilakukan dengan cara mereaksikan metil formiat dengan air. Reaksi yang terjadi adalah reaksi endotermis dan dilakukan dalam reaktor CSTR selama 1 jam. Tahap reaksi ini berlangsung pada kondisi suhu 80 °C dan tekanan 3 at. Untuk mendapatkan asam formiat dengan kemurnian 82 % maka asam formiat dimurnikan dalam menara distilasi.

Peralatan utama dalam pabrik asam formiat ialah reaktor jenis *Continuous Stirred Tank Reaktor* (CSTR) dan menara distilasi. Peralatan pendukungnya terdiri dari tangki penyimpanan, pompa, *heat exchanger*.

Untuk menunjang proses produksi, maka didirikan unit pendukung yaitu unit utilitas yang meliputi pengadaan dan pengolahan air, listrik, steam, bahan bakar, udara tekan. Laboratorium untuk menjaga mutu dan kualitas bahan baku dan produk sesuai dengan spesifikasi yang diharapkan.

Pabrik asam formiat ini direncanakan akan dibangun diatas area seluas 20.000 m<sup>2</sup> dan berbentuk Perseroan Terbatas (PT) yang dipimpin oleh seorang direktur utama.

Dari analisa ekonomi, diperoleh total investasi (TCI) sebesar Rp. 182.669.509.927. *Return Of Investment* (ROI) setelah pajak sebesar 39,73 % , *Pay Out Time* (POT) setelah pajak 2,10 tahun. Sedangkan *Break Event Point* (BEP) sebesar 44,34 % dan *Shut Down Point* (SDP) 33,13 %. Berdasarkan perhitungan ekonomi tersebut dapat disimpulkan bahwa pabrik asam formiat ini cukup layak untuk didirikan.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1. Latar Belakang Pendirian Pabrik**

Bangsa Indonesia telah memasuki era tinggal landas. Sebagai Negara berkembang, Indonesia berusaha meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan industri. Untuk itu maka diperlukan adanya industri yang dapat meningkatkan pertumbuhan perindustrian. Salah satu jenis industri tersebut adalah industri kimia. Sehingga di tahun tahun mendatang dapat meningkatkan devisa negara dan menciptakan lapangan kerja.

Asam formiat ( $\text{HCOOH}$ ) atau dikenal dengan asam metanoat merupakan turunan pertama dari asam karboksilat. Senyawa asam formiat terdapat dalam tubuh semut merah karenanya juga biasa disebut asam semut. Asam formiat digunakan untuk proses koagulasi karet oleh karena itu kebutuhan bahan kimia ini cukup besar, karena Indonesia selama ini tergolong produsen karet alam terbesar. Disamping itu kegunaan asam formiat yang lain yaitu sebagai bahan dasar zat warna pada industri tekstil, sebagai conditioner pada industri penyamakan kulit, desinfektan dan bahan pengawet pada industri farmasi, pada industri makanan ternak asam formiat digunakan sebagai zat aditive anti salmonella dan mencegah infeksi flock pada makanan ternak dan dalam jumlah yang kecil digunakan sebagai bahan campuran pada industri kosmetika.(Kirk and Othmer,1994 )

Dilihat dari kegunaan asam formiat yang cukup banyak maka diperkirakan kebutuhan akan Asam formiat dari tahun ke tahun akan semakin meningkat untuk itu perlu didirikan pabrik asam formiat dengan tujuan untuk mencukupi kebutuhan asam formiat dalam negeri dan sisanya diekspor sehingga akan menambah devisa Negara.

## 1.2. Kapasitas Rancangan

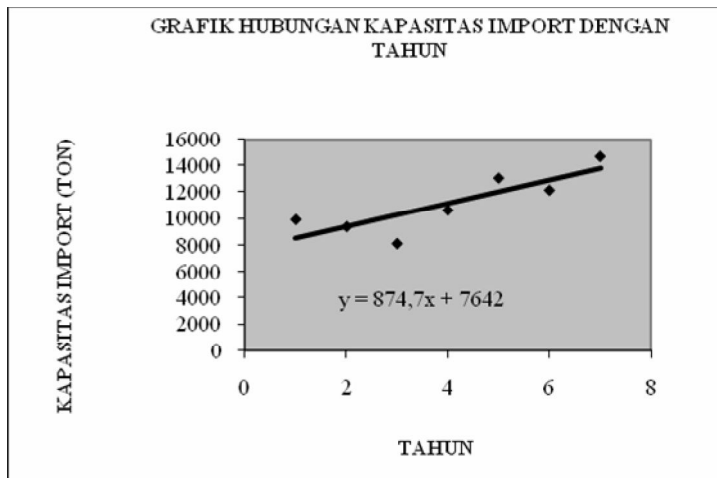
Permintaan asam formiat di Indonesia dari tahun ke tahun semakin meningkat ini dapat dilihat dari perkembangan import asam formiat yang dapat dilihat pada tabel 1.1.

Tabel 1.1 Data Import Asam Formiat dari tahun 1997 - 2003

No	Tahun	Kapasitas (ton)
1.	1997	9941
2.	1998	9410
3.	1999	8148
4.	2000	10647
5.	2001	13045
6.	2002	12149
7.	2003	14647

( Sumber : Biro Pusat Statistik, 2003)

Import Asam Formiat terutama berasal dari negara Jerman dan Australia negara pengimpor lain yaitu Amerika, Malaysia, China Taiwan, dan Singapura.



Gb 1.1 Grafik Hubungan kapasitas Import dengan tahun

Berdasarkan data diatas maka dibuat proyeksi kebutuhan import, sehingga diperoleh persamaan :

$$Y = 874.75X + 7642$$

Dengan Y = jumlah kebutuhan asam formiat.

X = tahun ke-n

Perencanaan kapasitas perancangan dapat ditentukan dengan berdasarkan Data Impor pada tabel 1.1 Dengan menggunakan data tersebut dapat diperkirakan perencanaan kapasitas perancangan, maka dapat

direncanakan kapasitas perancangan pabrik asam formiat sebesar 20.000 ton/tahun yang akan didirikan pada tahun 2010 karena pada tahun tersebut diperkirakan kebutuhan asam formiat akan semakin meningkat. Kapasitas yang direncanakan diharapkan dapat memenuhi kebutuhan dalam negeri dan serlebihnya dapat dieksport ke Negara Negara Asia.

### 1.3. Penentuan Lokasi Pabrik

Penentuan lokasi pabrik sangat berpengaruh terhadap kelangsungan operasi pabrik. Penentuan lokasi pabrik yang tepat, ekonomis, dan dapat menguntungkan dipengaruhi oleh banyak faktor yaitu letak pasar, letak sumber bahan baku, transportasi, tenaga kerja, penyediaan air. Lokasi yang dipilih harus dapat memberikan kemungkinan memperluas atau memperbesar pabrik dan dapat memberikan keuntungan dalam jangka panjang.

Dengan mempertimbangkan faktor faktor diatas pendirian pabrik Asam Formiat dipilih dikawasan Gresik Jawa Timur, dengan pertimbangan sebagai berikut:

#### **1.3.1 Bahan Baku.**

Penyediaan bahan baku merupakan hal yang penting dalam mengoperasikan pabrik. Bahan baku dari pabrik asam formiat adalah metil formiat dan air . Metil Formiat diperoleh dengan cara mengimpor dari China yaitu Feicheng Acid Chemical Co.,Ltd sedangkan air diperoleh dari air sungai Brantas setelah mengalami pengolahan secara fisik maupun kimia. Guna mendapatkan kemudahan dalam penyediaan bahan baku maka lokasi pabrik diusahakan dekat dengan pelabuhan. Kawasan Industri Gresik dipilih karena dekat dengan pelabuhan Tanjung Perak.

#### **1.3.2. Pemasaran**

Pemilihan lokasi pabrik dikawasan industri Gresik Jawa Timur sangat tepat karena Jawa Timur merupakan salah satu sentral industri di Indonesia. Dengan prioritas utama pasar didalam negeri maka diharapkan lokasi didaerah Jawa Timur tidak jauh dari konsumen sehingga biaya pengangkutan akan lebih murah. Adapun industri pengguna produk ini yang berada disekitar kawasan industri Gresik antara lain industri farmasi (PT Salompas, PT Afi farma, PT Coronet Crown, PT Afi farma), industri tekstil ( PT. Lotus

Indah Tekstil, PT. Tristate, PT.. Baktindoteks Prima ), pabrik karet dan industri vulkanisir ban (PT. Radia Indolates, PT madu Mandiri Perkasa), industri kulit ( Aneka usaha), industri makanan ternak (PT. Hadeka Feedmill, PT. Arta Citra Terpadu Feedmill ), industri pembuatan minuman anggur dan bir ( PT. Sumber Sari Mekar), industri elektroplating. (Biro Pusat Statistik, 2001).

### **1.3.3. Utilitas.**

Gresik merupakan kawasan industri sehingga sarana sarana yang yang dibutuhkan untuk kelangsungan proses produksi suatu pabrik telah tersedia dengan baik. Kebutuhan listrik dapat dipenuhi dari PLN dan generator sebagai cadangan. Kebutuhan air dapat dipenuhi dari sungai Brantas yang dekat dengan pabrik sedangkan untuk memenuhi kebutuhan bahan bakar diperoleh dari Pertamina.

### **1.3.4 Tenaga Kerja.**

Tenaga kerja dapat diperoleh dari masyarakat sekitar kawasan industri Gresik.

### **1.3.4. Transportasi**

Transportasi merupakan salah satu faktor penting dalam pemilihan lokasi pabrik dan kawasan industri Gresik telah tersedia sarana transportasi yang memadai seperti jalan raya, pelabuhan tanjung Perak, sehingga distribusi produk maupun bahan baku menjadi lebih mudah.

## **1.4. Tinjauan Pustaka**

### **1.4.1 Macam macam proses**

#### **1.4.1.1 Oksidasi hidrokarbon pada fase cair**



Pada proses ini Asam formiat didapat dari hasil samping oksidasi butane atau naphtha ringan pada pembuatan Asam asetat. Reaksi yang terjadi adalah :



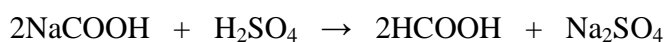
Butana segar, *recycle* butane dan udara diumpankan kedalam reaktor yang dikondisikan pada suhu 180 °C dan tekanan 50 atmosfer. Produk dari butane yang tidak bereaksi dipisahkan oleh separator gas cair dan separator cair cair.

Pada separator gas cair, fasa atas yang kaya akan butane dikembalikan ke reaktor sedangkan gasnya dikondensasikan pada suhu -5 °C sebelum dikirim ke absorber untuk diambil kandungan butananya

Pada separator cair cair dipisahkan fase bawah yaitu asam asetat, air, metil etil keton, metil asetat, etil asetat, asetaldehid, dan asam formiat yang diumpankan kekolom produk ringan. Hasil bawah kemudian dimasukkan kekolom solvent untuk diambil Aseton, metil asetat, etil asetat, dan metil etil keton. Sisanya dikeringkan dan melalui serangkaian kolom distilasi asam formiat dapat diperoleh. (Kirk and Othmer, 1994 )

#### **1.4.1.2 Dari Sodium Formiat.**

Sodium formiat diproduksi melalui reaksi natrium hidroksida dengan karbon monoksida. Sodium format direaksikan dengan asam sulfat untuk memperoleh asam formiat dan garam sulfat sebagai hasil samping. Reaksi yang terjadi sebagai berikut :

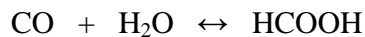


Pada tahap awal direaksikan antara natrium hidroksida dengan karbon monoksida pada suhu 180 °C dan tekanan 1,5–1,8 atm membentuk sodium formiat. Produk yang terbentuk kemudian direaksikan dengan asam sulfat dalam reaktor berpengaduk pada

suhu 350 °C membentuk asam formiat dan garam. Kadar asam formiat yang diperoleh yaitu sekitar 90 % dengan konversi pembentukan asam formiat sekitar 95 %.

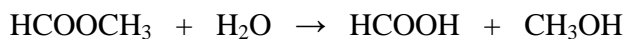
#### **1.4.1.3.Sintesa langsung karbonmonoksida dengan air.**

Asam formiat dapat diperoleh secara langsung dengan cara menghidrolisis gas CO. Proses ini berlangsung secara kesetimbangan dengan reaksi sebagai berikut:



Katalis yang biasa digunakan adalah CuCl Dengan proses ini akan didapatkan asam formiat 90 %.

#### **1.4.1.3 Hidrolisa Metil format.**



Reaksi berjalan pada temperatur 80 °C dan tekanan 3 atm Reaksi berjalan didalam reaktor CSTR Keluaran reaktor dikirim ke pemisahan hasil hidrolisa, dimana metanol dan metil formiat diambil dari seksi atas lalu dimasukkan ke menara distilasi, untuk seksi bawah dari reaktor berisi asam formiat dan air kemudian dialirkan ke pemurnian asam formiat.

Secara teori hasil dari pemurnian ini adalah asam formiat 85 % berat tetapi pada prakteknya asam formiat yang dihasilkan sekitar 82 % berat. (Mc Ketta, 1975)

Pada prarancangan pabrik asam formiat ini dipilih proses hidrolisa metil formiat dengan pertimbangan yaitu proses ini tidak menggunakan katalis sehingga lebih ekonomis dalam biaya produksinya, proses ini menghasilkan produk hanya kira kira 82 % berat, sehingga cukup ekonomis untuk dikembangkan, temperatur optimum yang digunakan dalam proses ini relatif rendah sehingga memudahkan dalam penanganan

prosesnya, pada proses hidrolisa metil formiat ini dihasilkan produk samping yaitu metanol yang dapat dijual.

#### **1.4.2. Kegunaan Produk**

1. Industri karet , digunakan sebagai koagulant pada karet alam dan sebagai bahan pengawet latex.
2. Industri tekstil, berfungsi sebagai bahan dasar zat warna tekstil
3. Industri kulit, digunakan pada proses tanning yaitu proses penyamakan.
4. Sebagai antiseptik pada pembuatan anggur dan bir.
5. Di bidang peternakan digunakan sebagai bahan aditif anti bakteri salmonella pada makanan ternak dan mencegah industri *flock* pada industri makanan ternak.
6. Pada industri elektroplating digunakan untuk mengontrol ukuran partikel dan ketebalan plate, untuk mengkilapkan kaca, sebagai *reducing agent* pada pemutihan chrom.
7. Sebagai bahan campuran kimia pada pembuatan asam oksalat dan asam performate, sebagai reducing agent pada pembuatan asam, garam, pemutih, insektisida, obat obatan, dan juga sebagai solvent pada pembuatan perfume. ([www.yahoo.com](http://www.yahoo.com)).

#### **1.4.3 Sifat sifat fisis dan kimia bahan baku dan produk**

##### **1.4.3.1 Bahan baku**

1. Metil formiat

Sifat fisis

Rumus molekul :  $C_2H_4O_2$  atau  $HCOOCH_3$

Berat molekul : 60,053

Titik leleh :  $-99\ ^\circ C$

Titik didih :  $31,9\ ^\circ C$

Suhu kritis : 214,2 °C  
Tekanan kritis : 59,98 bar  
Berat jenis : 0,975 gr/ml

(Carl L Yaws, 1994)

Sifat kimia

Dengan penambahan anhydrous ammonia akan membentuk formamida yang kemudian dengan asam sulfat (75% berat dalam air) akan ammonium formiat.

## 2. Air

Rumus molekul : H<sub>2</sub>O  
Berat molekul : 18  
Titik leleh : 0 °C  
Titik didih : 100 °C  
Suhu kritis : 374,3 °C  
Tekanan kritis : 217,6 atm  
Berat jenis : 0,9941 gr/ml

(Carl L Yaws, 1994)

Sifat kimia

Bersifat normal pada pH 7

Dapat menguraikan garam menjadi asam dan basa (hidrolisis )

### 1.4.3.2 Produk

#### 1. Asam formiat

Sifat fisis

Rumus molekul : CH<sub>2</sub>O<sub>2</sub> atau HCOOH

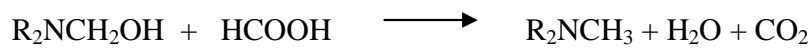
Berat molekul : 46

Titik leleh : 8,4 °C  
 Titik didih : 100,8 °C  
 Suhu kritis : 307 °C  
 Berat jenis : 1,22647 gr/ml

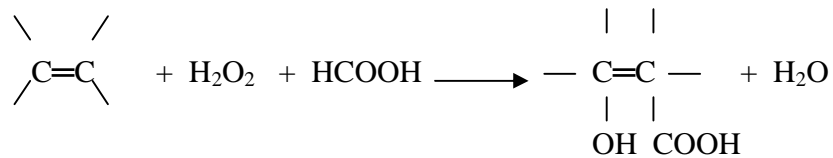
(Carl L Yaws, 1994)

Sifat kimia

Mereduksi hidroksimetil amin menjadi senyawa amina



Bereaksi dengan olefin dengan adanya hydrogen peroksida membentuk glikol formiat



(Kirk and Othmer, 1994 )

## 2. Metanol

Sifat fisis

Rumus molekul : CH<sub>3</sub>OH  
 Berat molekul : 32  
 Titik leleh : 97,68 °C  
 Titik didih : 64,7 °C  
 Suhu kritis : 500 °C  
 Tekanan kritis : 28,4 atm  
 Berat jenis : 0,81 gr/ml

(Carl L Yaws, 1994)

Sifat Kimia

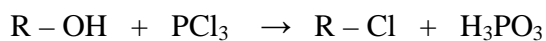
Reaksi oksidator

Alkohol dapat didehidrasi dengan memanaskannya bersama asam kuat. reaksi dehidrasi alcohol akan membentuk alkena.

Reaksi yang terjadi



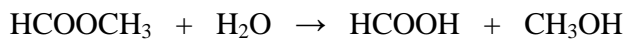
Reaksi dengan fosfat trihalida ( $\text{PX}_3$ ) menghasilkan alkyl halide



#### 1.4.4 Tinjauan proses secara umum.

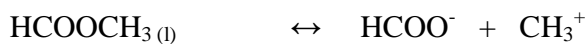
Proses pembuatan asam formiat ini tergolong sebagai reaksi hidrolisa. Metil formiat dihidrolisa hingga menghasilkan asam formiat dan metanol.

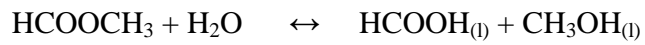
Reaksi yang terjadi yaitu



Keluaran reaktor dikirim ke menara distilasi pertama dimana metanol dan metil formiat diambil dari seksi atas lalu dimasukkan ke menara distilasi kedua untuk dipisahkan antara metanol dan metil formiat. Sedangkan untuk seksi bawah dari menara distilasi pertama yang berisi asam formiat dan sisa air kemudian dialirkan ke bagian pemurnian asam formiat. Dasar dari pemurnian ini adalah untuk mendapatkan asam formiat 82 % berat dalam larutan.

Reaksi yang terjadi antara metil formiat (ester) membentuk asam formiat (asam) dan metanol (alkohol) adalah reaksi hidrolisa dengan mekanisme sebagai berikut:





( Kirk and Othmer Vol.9, 1978 )

## BAB II

### DESKRIPSI PROSES

#### 2.1. Spesifikasi Bahan Baku dan Produk.

##### 2.1.1 Spesifikasi Bahan Baku

###### 1. Metil Formiat

Wujud	: cair
Warna	: tak berwarna
Kemurnian	: minimum 98 % berat
Impuritas CH <sub>3</sub> OH	: maksimum 2 %
Densitas	: 0,973 - 0,796 gr/ml

###### 2. Air

Wujud	: cair
Warna	: tak berwarna
Densitas	: 0,99 - 1,0 gr/ml

##### 2.1.2 Spesifikasi Produk

###### 1. Asam Formiat

Wujud	: cair
-------	--------

Warna	: tak berwarna
Kemurnian	: minimum 80 %
Impuritas H <sub>2</sub> O	: maksimum 20 %
Densitas	: 1,22646 - 1,22648 gr/ml

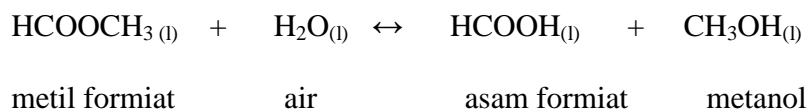
## 2. Metanol

Wujud	: cair
Warna	: tak berwarna.
Kemurnian	: minimum 84 % berat.
Impuritas	: maksimum 6,4 % berat H <sub>2</sub> O. maksimum 7 % HCOOCH <sub>3</sub> .
Densitas	: 0,810 - 0,811 gr/ml

## 2.2. Konsep Proses

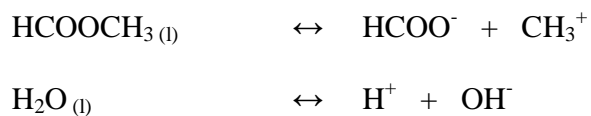
### 2.2.1. Dasar Reaksi

Pembuatan Asam Formiat dari Metil Formiat dan air dalam suasana asam termasuk reaksi hidrolisa senyawa ester dengan hasil samping metanol. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:

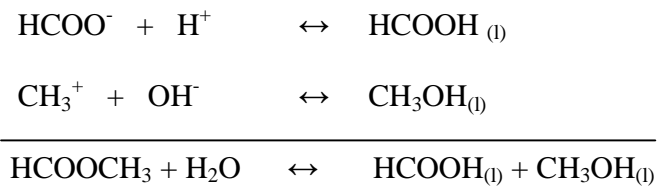


### 2.2.2. Mekanisme reaksi

Mekanisme reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut:







( Kirk and Othmer Vol.9, 1978 )

### 2.2.3. Fase reaksi

Reaksi berlangsung dalam fase cair dan bersifat endotermis, hal ini dapat dilihat pada nilai ( $\Delta H$  = positif). Karena reaksi berlangsung pada fase cair, reactor yang dipilih adalah reaktor alir tangki berpengaduk.

### 2.2.4. Kondisi Operasi.

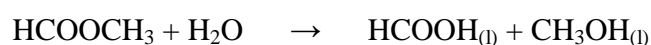
Kondisi operasi pada proses pembuatan asam formiat dari metil formiat dan air dijalankan pada suhu 80 °C dan tekanan 3 atm. Pada kondisi ini fasenya adalah cair sehingga akan mempermudah dalam pengendalian reaksinya. Reaksi ini berlangsung secara kontinyu dengan asam formiat produk dimasukkan kembali kedalam reactor untuk memberi suasana asam.

Reaksi ini adalah *reversible* ( dapat balik). Adapun pengendalian reaksinya dengan membuat berlebih salah satu reaktan yaitu air karena secara ekonomis air lebih murah dibandingkan dengan metil formiat. Perbandingan mol reaktan metil formiat dan air masuk reaktor adalah 1 : 5 Pada kondisi ini konversi yang dicapai yaitu 64 %.

( Ullman,1985 )

### 2.2.5. Tinjauan Termodinamika.

Reaksi bersifat endotermis dan reversible, hal ini dapat dilihat dari tinjauan termodinamika.



$$\Delta H_{R298} = \sum \Delta H_{fP} - \sum \Delta H_{fR}$$

$$\Delta H_{R298} = ((H_{fHCOOH} + H_{fCH_3OH}) - (H_{fHCOOCH_3} + H_{fH_2O}))$$

$$\Delta H_{R298} = ((-378,86 - 201,3) - (-350,02 - 242))$$

$$\Delta H_{R298} = 11,86 \text{ kJ/mol.}$$

Dari hasil perhitungan didapat harga entalpi sebesar +2823,81 kal/mol. Hal ini menunjukkan bahwa reaksi bersifat endotermis (memerlukan panas).

Perubahan energi gibbs dapat dihitung dengan persamaan :

$$\Delta G = -RT \ln K \quad (\text{Smith, J.M. and Van Ness H.C., 1981})$$

$$\text{dengan } \Delta G^0 = \sum \Delta G_f \text{ produk} - \sum \Delta G_f \text{ reaktan}$$

$$= \sum (\Delta G_{fHCOOH} + \Delta G_{fCH_3OH}) - \sum (\Delta G_{fHCOOCH_3} + \Delta G_{fH_2O})$$

$$= (-82,7 - 39,8) - (-56,6899 - 71,53) \text{ kal/mol}$$

$$= 5,7199 \text{ kal/mol}$$

$$\text{maka : } \Delta G^0 = -RT \ln K$$

$$5,7199 = -(1,987) \text{ kal/mol.K} \cdot 298 \text{ K} \cdot \ln K$$

$$\ln K = -9,659937 \cdot 10^{-3}$$

$$K_{298 \text{ K}} = 0,99038657$$

Sehingga harga K pada suhu operasi (353 K) dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut

$$\ln \frac{K}{0,99038657} = \frac{-2823,81}{1,987} \cdot \frac{298 - 353}{298 \cdot 353}$$

$$= 0,743035091$$

$$= 0,743035091$$

$$\frac{K}{0,99038657} = 2,1023$$

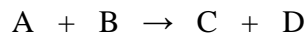
0,99038657

$$K_{353\text{ K}} = 2,082096157$$

Karena harga K kecil maka reaksi diatas adalah reaksi reversible, oleh karena itu untuk menggeser reaksi kekanan (produk) H<sub>2</sub>O dibuat berlebih dengan perbandingan 1 : 5

#### **2.2.6. Tinjauan Kinetika**

Reaksi hidrolisa metil formiat menjadi asam formiat dan metanol, merupakan reaksi orde dua, reaksi yang terjadi sebagai berikut:



(A = metil format, B = air, C = asam formiat, D = metanol )

Dengan waktu tinggal di reaktor 1 jam pada kondisi operasi suhu 80 °C dan tekanan 3 atm. (Mc Ketta,1975 )

### **2.3. Diagram Alir Proses**

#### **2.3.1. Diagram Alir Kualitatif**

#### **2.3.2. Diagram Alir Kuantitatif**

#### **2.3.3. Diagram Alir Proses Lengkap**

( Gambar dapat dilihat pada halaman berikutnya )

#### **2.3.4. Langkah Proses**

Proses Produksi asam formiat dengan cara hidrolisa metil formiat pada prinsipnya meliputi beberapa tahap, yaitu:

- a. Tahap penyiapan bahan baku
- b. Tahap pengolahan
- c. Tahap pemurnian produk (*finishing*)

- a. Tahap penyiapan bahan baku

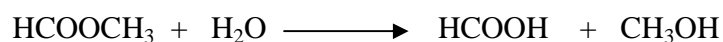
Air dipompa dari tangki penyimpanan T-01 dengan suhu 30 °C dan tekanan 1 atm bersama air recycle menuju reactor yang bertekanan 3 atm lalu dipanaskan dari suhu 30 °C menjadi 80 °C dalam HE 01

Pada waktu bersamaan, metil formiat cair dari tangki penyimpan T-02 pada kondisi suhu 30 °C bersama dengan arus *recycle*, dipompa sampai dengan tekanan 3 atm menuju RATB.

Arus *recycle* ini berasal dari hasil atas menara distilasi 2 (MD-02) dan hasil atas menara distilasi 3 (MD-03).

- d. Tahap pengolahan

Tahap ini terjadi di dalam reactor (R-01) yang dilengkapi dengan pengaduk pada suhu 80 °C dan tekanan 3 atm. Reaksi yang terjadi didalam reaktor adalah



Metil formiat dan air masuk reaktor dengan perbandingan 1 : 5. Penggunaan air yang berlebih akan mendorong reaksi kekanan. Reaksi hidrolisa metil formiat merupakan reaksi endotermis .

Reaktor dilengkapi dengan koil pemanas yang berfungsi untuk menjaga kondisi isothermal.

Reaksi berlangsung secara kontinyu selama 1 jam. Produk yang keluar dari reaktor terdiri dari asam formiat, metanol, metil formiat sisa dan air sisa. Untuk mendapatkan spesifikasi hasil yang diharapkan, produk reaksi perlu dimurnikan. Pemurnian dilakukan dalam kolom distilasi

c. Tahap pemurnian produk (*finishing*)

Produk keluar reaktor R-01 yang terdiri dari metil formiat, metanol, air dan asam formiat dialirkan dengan expander menuju *Heat Exchanger* HE-03 untuk pemanasan sampai sekitar 84,12 C sebelum masuk ke menara distilasi MD-01.

Menara distilasi MD-01 digunakan untuk pemisahan metil formiat, metanol dengan air, asam formiat. Menara distilasi MD-01 beroperasi pada suhu 84.12 C tekanan 1 atm. Asam formiat yang tercampur dengan sedikit air dan metanol keluar sebagai hasil bawah menara distilasi MD-01 yang kemudian dialirkan menuju *heat exchanger* HE-05 untuk menurunkan suhunya menjadi 85,8 °C sebelum dimasukkan ke dalam menara distilasi MD-03.

Dari menara distilasi MD-01 produk hasil atas yang berupa metil formiat, metanol dan air dialirkan dengan pompa P-03 lalu diumpankan ke dalam menara distilasi MD-02 melalui *heat exchanger* HE-04 untuk pemanasan umpan menjadi 100,9 °C.

Menara distilasi MD-02 beroperasi pada 100,9 °C dan tekanan 4,36 atm. Diharapkan metanol diperoleh dengan kemurnian 84 % dari hasil bawah dengan impuritas air dan sedikit *metil formiat*. Selanjutnya produk berupa metanol ini dialirkan melalui expander menuju *heat exchanger* HE-07 untuk didinginkan menjadi 30°C lalu disimpan dalam tangki penyimpanan produk TP-02 sebagai hasil samping. Sedangkan hasil atas MD-02 yang berupa metil formiat dan sedikit metanol dialirkan melalui pompa P-04 untuk diumpankan kembali ke dalam reaktor R-01.

Menara distilasi MD-03 beroperasi pada 85,8 °C dan tekanan vakum 0,6 atm. Dinginkan asam formiat diperoleh dengan kemurnian 82 % dari hasil bawah menara distilasi dengan impuritas air. Selanjutnya produk berupa asam formiat ini dialirkan melalui pompa P-06 menuju *heat exchanger* HE-06 untuk didinginkan menjadi 30 C dan selanjutnya disimpan dalam tangki produk TP-01 sebagai hasil utama dan siap untuk didistribusikan ke konsumen. Hasil atas

menara distilasi MD-03 yang berupa air dan sedikit asam formiat dan metanol dialirkan melalui pompa P-05 untuk diumpankan kembali ke dalam reaktor R-01

## 2.4. Neraca Massa dan Neraca Panas

### 2.4.1. Neraca Massa

Tabel 2.1 Neraca Massa Reaktor

Komponen	Input (kg/jam)		Output(kg/jam)
	Arus 3	Arus 4	Arus 5
HCOOCH <sub>3</sub>	4220,1911	-	1519,268796
CH <sub>3</sub> OH	86,12634899	31,15547438	1557,773719
H <sub>2</sub> O	-	6330,286651	5520,009959
HCOOH	-	163,4080729	2234,115173
TOTAL	4306,317449	6524,850198	10831,16765
	10831,16765		

Tabel 2.2 Neraca Massa Menara Distilasi 1

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 5	Arus 6	Arus 7
HCOOCH <sub>3</sub>	1519,268796	1519,268796	-
CH <sub>3</sub> OH	1557,773719	1526,618245	31,15547438
H <sub>2</sub> O	5520,009959	276,000448	5244,009461
HCOOH	2234,115173	-	2234,115173
TOTAL	10831,16765	3321,887489	7509,280108
		10831,16765	

Tabel 2.3 Neraca Massa Menara Distilasi (MD 02)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 6	Arus 8	Arus 9
HCOOCH <sub>3</sub>	1519,268796	1517,749527	1,5192688
CH <sub>3</sub> OH	1526,618245	30,97448014	1495,643765
H <sub>2</sub> O	276,000448	-	276,000448
HCOOH	-	-	-
TOTAL	3321,887489	1548,724007	1773,163482
		3321,887489	

Tabel 2.4 Neraca Massa Menara Distilasi (MD 03)

Komponen	Input (kg/jam)	Output (kg/jam)	
	Arus 7	Arus 10	Arus 11
HCOOCH <sub>3</sub>	-	-	-
CH <sub>3</sub> OH	31,15547438	31,15547438	-
H <sub>2</sub> O	5244,009461	4789,464001	454,54546
HCOOH	2234,115173	163,408073	2070,7071
TOTAL	7509,280108	4984,027548	2525,25257
		7509,28010	

Tabel 2.5 Neraca Massa Total

Komponen	Input (kg/jam)		Output (kg/jam)	
	Arus 1	Arus 2	Arus 9	Arus 11
HCOOCH <sub>3</sub>	2702,441573	-	1,5192688	-
CH <sub>3</sub> OH	-	1540,82265	276,000448	454,54546
H <sub>2</sub> O	-	-	-	2070,7071
HCOOH	55,15186885	-	1495,643765	-
TOTAL	2757,593442	1540,82265	1773,163482	2525,25257
	4298,416092		4298,416092	

#### 2.4.2. Neraca Panas Alat

Tabel 2.6 Neraca Panas Reaktor (R-01)

Komponen	Keterangan	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
HR	panas yang dibawa umpan		-1107516,52
Hp	panas yang dibawa produk		986716,947
Hr	panas reaksi		534602,0672
Q	panas yang diberikan pemanas	413802,4943	
Total		413802,4943	413802,4943

Tabel 2.7 Neraca Panas Menara Distilasi 1

Komponen	Keterangan	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Fhf	panas yang dibawa umpan	1064112,3	

DHd	panas yang dibawa distilat		157031,17
BHb	panas yang dibawa bottom		929778,83
Qc	panas condenser	-7786,6123	
Qr	panas reboiler	7809310,1	
Total		1086810,00	1086810,00

Tabel 2.8 Neraca Panas Menara Distilasi 2

komponen	keterangan	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Fhf	panas yang dibawa umpan	527734,0578	
DHd	panas yang dibawa distilat		154281,3195
BHb	panas yang dibawa bottom		247119,3818
Qc	panas condenser	-2748,32988	
Qr	panas reboiler	2621996,523	
Total		401400,7013	401400,7013

Tabel 2.15 Neraca Panas Menara Distilasi 3

Komponen	Keterangan	Input (Kj/jam)	Output (Kj/jam)
Fhf	panas yang dibawa umpan	929651,56	
DHd	panas yang dibawa distilat		505829,85
BHb	panas yang dibawa bottom		252321,17
Qc	panas condenser	-67461840	
Qr	panas reboiler	67290339,45	
Total		758151,02	758151,02

## 2.5. Tata Letak Pabrik dan Peralatan

### 2.5.1. Tata Letak Pabrik



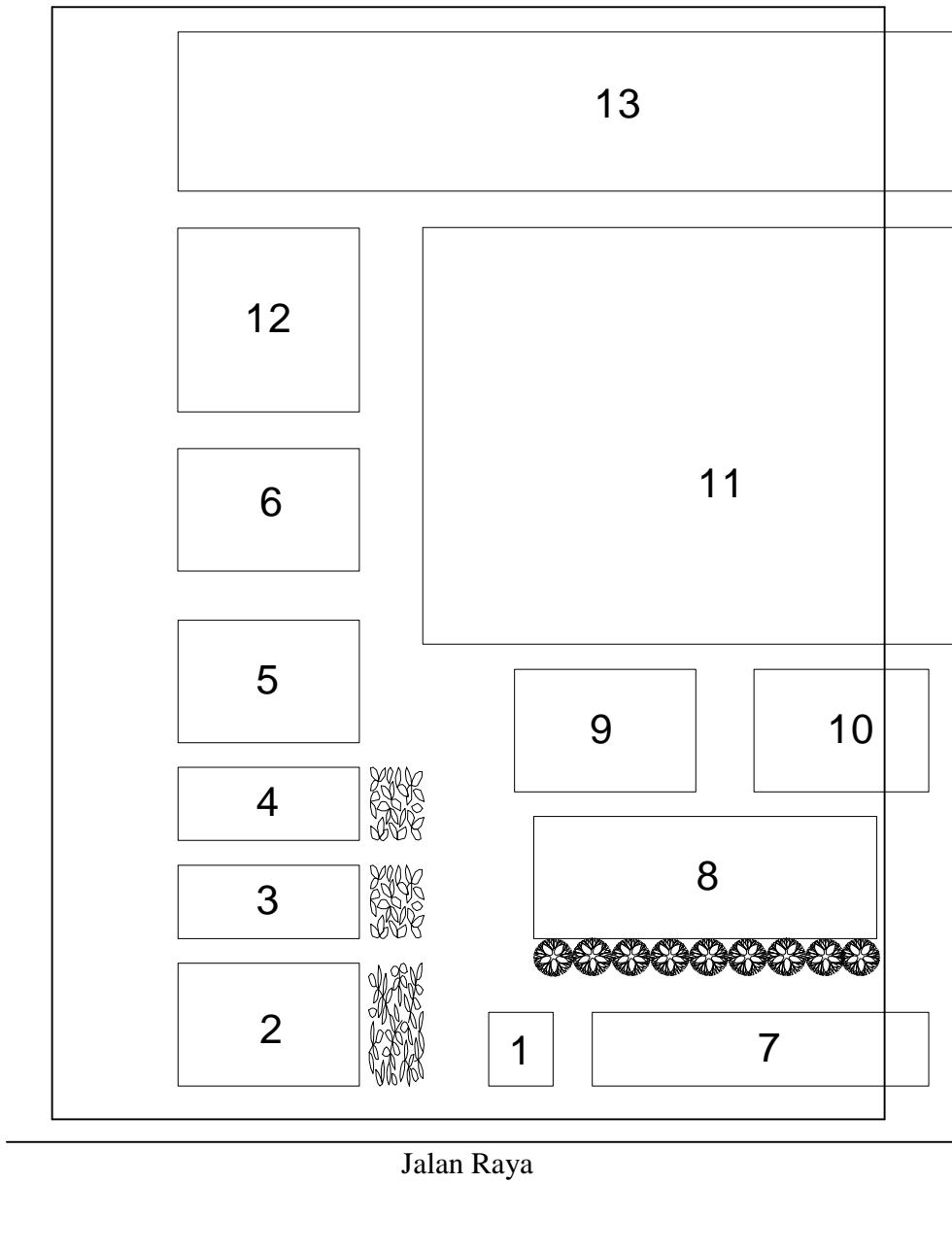
Tata letak pabrik adalah pengaturan dan penyusunan alat proses dan fasilitas pabrik lainnya, sedemikian rupa sehingga pabrik dapat beroperasi secara aman, efektif dan efisien.

Tata letak pabrik perlu disusun dengan baik dengan tujuan :

- a. Mempermudah akses keluar masuk pabrik, baik untuk manusia maupun barang.
- b. Mempermudah pemasangan, pemeliharaan dan perbaikan peralatan.
- c. Membuat proses pengolahan dari bahan baku hingga menjadi produk berlangsung secara efisien.
- d. Mengantisipasi dampak yang mungkin timbul apabila terjadi musibah, seperti ledakan, kebakaran, dsb.
- e. Mengoptimalkan keuntungan.

Untuk mencapai tujuan tersebut diatas, maka hal-hal yang perlu dipertimbangkan dalam penentuan tata letak pabrik yang baik, antara lain :

- a. Pabrik *Asam Formiat* akan didirikan diatas tanah yang masih kosong, sehingga tata letak pabrik tidak dipengaruhi adanya bangunan lain.
- b. Perlu disediakan areal untuk kemungkinan perluasan.
- c. Area utilitas sebaiknya ditempatkan jauh dari area proses, untuk menjaga agar tidak terjadi kontak antara bahan bakar dengan sumber panas.
- d. Fasilitas karyawan seperti masjid, kantin, ditempatkan di lokasi yang mudah terjangkau dan tidak mengganggu proses.
- e. Fasilitas bengkel sebaiknya di lokasi yang strategis



Gambar 2.3 Tata Letak Pabrik

Keterangan :

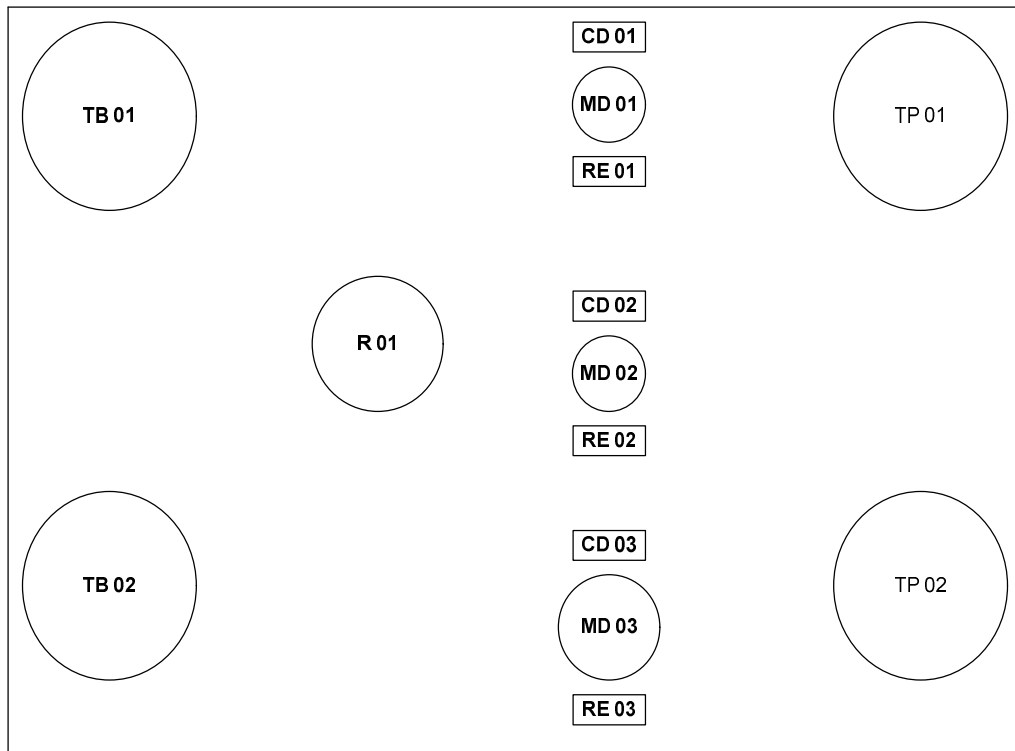
1. Pos keamanan

2. Masjid
3. Poliklinik
4. Kantin
5. Garasi
6. Bengkel
7. Area Parkir
8. Kantor
9. Laboratorium
10. Gudang
11. Area Proses
12. Utilitas
13. Daerah perluasan

#### **2.1.1.Tata Letak Peralatan**

Dalam menyusun tata letak peralatan ada beberapa hal yang harus diperhatikan :

- a. Peralatan yang sejenis ditempatkan secara berkelompok untuk memudahkan pemeliharaan.
- b. Alat kontrol diletakkan pada lokasi yang mudah diamati oleh operator.
- c. Susunan alat dan pemipaan diusahakan tidak mengganggu operator.
- d. Sistem pemipaan sebaiknya diberi warna sedemikian rupa sehingga mempermudah operator untuk mengidentifikasi apabila terjadi masalah.
- e. Tata letak peralatan harus menyediakan minimal dua arah bagi karyawan untuk menyelamatkan diri apabila terjadi ledakan atau kebakaran.
- f. Peralatan yang sekiranya rawan terhadap kebakaran seperti tangki penyimpanan, dilengkapi tanggul untuk mengisolir lokasi apabila terjadi kebakaran.
- g. Sirkulasi udara yang baik dan cahaya yang cukup merupakan faktor penting yang mempengaruhi semangat dan hasil kerja karyawan.



Keterangan

1. TB = Tangki Bahan Baku
2. R = Reaktor
3. MD= Menara Distilasi
4. CD = Condenser
5. RE = Reboiler
6. TP = Tangki Produk

Gambar 2.4 Tata Letak Peralatan

**BAB III**

## SPESIFIKASI PERALATAN PROSES

### 3.1. Tangki Penyimpan H<sub>2</sub>O (TB-01)

Kode	: TB-01
Fungsi	: Menyimpan bahan baku air selama satu bulan
Tipe	: Tangki silinder tegak dengan dasar datar ( <i>flat bottom</i> ) dan bagian atas <i>conical</i>
Jumlah	: 1 buah
Kondisi penyimpanan	
• Suhu	: 30 ° C
• Tekanan	: 1 atm
Kapasitas	: 1447,189 m <sup>3</sup>
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 283 grade C.</i>
Diameter	: 18,28822 m
Tinggi	: 5,4864 m
Tebal <i>shell</i>	
▪ <i>Course 1</i>	: 1,125 inchi
▪ <i>Course 2</i>	: 1,00 inchi
▪ <i>Course 3</i>	: 1,00 inchi
Tebal head	: 0,625 inchi
Tinggi head	: 8,03421 m
Tinggi total	: 7,93532 m

### 3.2. Tangki Penyimpan HCOOCH<sub>3</sub> (TB-02)

Kode : TB-02

Fungsi : Menyimpan bahan baku metil formiat selama 1 bulan

Tipe : Tangki silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas *conical*.

Jumlah : 2 buah

Kondisi penyimpanan

- Suhu : 30 ° C
- Tekanan : 1 atm

Kapasitas : 1447,189 m<sup>3</sup>

Bahan konstruksi : *Carbon steel* SA 283 grade C

Diameter : 18,28822 m

Tinggi : 5,48647 m

Tebal *shell*

- *Course 1* : 1,125 inchi
- *Course 2* : 1,00 inchi
- *Course 3* : 0,875 inchi

Tebal *head* : 0,625 inchi

Tinggi *head* : 2,44883 m

Tinggi total : 7,93532 m

### 3.3. Tangki Penyimpan Produk (TP 01)

Kode : TP 01

Fungsi : Menyimpan produk *asam formiat* selama 1 bulan.  
 Tipe : Silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas *conical*.  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 1971,116 m<sup>3</sup>  
 Kondisi penyimpanan
 

- T = 40 °C
- P = 1 atm

 Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*  
 Diameter : 21,33626 m  
 Tinggi : 7,31529 m  
 Tebal *shell*

- *Course 1* : 2,250 in
- *Course 2* : 2,125 in
- *Course 3* : 1,875 in

 Tebal *head* : 0,750 in  
 Tinggi *head* : 2,85696 m  
 Tinggi total : 10,17229 m

### 3.4.Tangki Penyimpan Produk (TP 02)

Kode : TP 02  
 Fungsi : Menyimpan produk *metanol* selama 1 bulan.  
 Tipe : Silinder tegak dengan dasar datar (*flat bottom*) dan bagian atas *conical*.  
 Jumlah : 1 buah  
 Kapasitas : 1971,116 m<sup>3</sup>



Kondisi penyimpanan

- $T = 40\text{ }^{\circ}\text{C}$
- $P = 1\text{ atm}$

Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 283 grade C*

Diameter : 21,33626 m

Tinggi : 7,31529 mm

Tebal *shell*

- *Course 1* : 1,500 in
- *Course 2* : 1,125 in
- *Course 3* : 1,00 in

Tebal *head* : 0,750 in

Tinggi *head* : 2,85696 m

Tinggi total : 10,17229 m

### 3.5.Reaktor

Kode : R 01

Fungsi : Mereaksikan metil formiat dan air

Tipe : Reaktor Alir Tangki Berpengaduk

Bahan Konstruksi : SA-167

Jumlah : 1 buah

Kondisi Operasi

- Suhu =  $80\text{ }^{\circ}\text{C}$

- Tekanan = 3 atm
- Waktu tinggal = 1 jam

#### Dimensi reaktor

- Diameter : 2,60614 m
- Tinggi : 2,60614 m
- Tebal *shell* : 0,1875 in
- Jenis *head* : *Flange and dished head*
- Tebal *head* : 0,5

#### Koil Pemanas

- Jenis koil : *Single Helix*
- Diameter : 2,0832968 m
- Panjang koil : 142,03412 m
- Jarak antara koil : 0,02 m
- Jumlah lilitan : 22 lilitan

#### Pengaduk

- Jenis pengaduk : *6-blade turbin impeller*
- Diameter *impeller* : 0,8687 m
- Jarak impeller dengan *bottom*: 0,8687 m
- Lebar blade : 0,2172 m
- Motor : 5,9094 hp

### 3.6. Menara Distilasi - 01

Kode : MD-01

Fungsi : Memisahkan produk *asam formiat* dan *metanol* dari sisa reaktan  
Tipe : *Sieve Tray* dengan kondensor total dan reboiler parsial  
Jumlah : 1 buah

#### Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu umpan : 84,05 °C
- Suhu *distilat* : 72,14°C
- Suhu *bottom* : 99,66 °C

Jumlah : 11 plate

*Feed plate* : plate ke 4

#### Dimensi menara atas

- Diameter kolom : 1,0672 m
- Tebal *head* : 0,375 in

#### Diameter menara bawah

- Diameter kolom : 1,0672 m
- Tebal head : 0,375 in

Tinggi menara : 10,5 m

Bahan Konstruksi : *Stainlees Steel SA 167*

#### Spesifikasi *plate*

- Diameter lubang : 5 mm
- Jumlah lubang : 3116 buah

- *Turn down ratio* : 70%
- *Material plate* : *Stainlees Steel SA 167*
- *Tray Spacing* : 0,6 m
- *Plate Thickness* : 5 mm

### 3.7. Menara Distilasi - 02

Kode : MD-02

Fungsi : Memisahkan produk *metanol* dari *metil formiat*

Tipe : *Sieve Tray* dengan kondensor total dan reboiler parsial

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Tekanan : 1 atm
- Suhu umpan : 100,98 °C
- Suhu distilat : 80 °C
- Suhu bottom : 113,65 °C

Jumlah : 17 *plate*

*Feed plate* : *plate* ke 6

Dimensi menara atas

- Diameter kolom : 0,8310 m
- Tebal *head* : 0,375 in

Diameter menara bawah

- Diameter kolom : 0,8310 m
- Tebal *head* : 0,375 in

Tinggi menara : 11,92 m

Bahan Konstruksi : *Stainlees Steel SA 167*

Spesifikasi *plate*

- Diameter lubang : 5 mm
- Jumlah lubang : 1889 buah
- *Turn down ratio* : 70%
- *Material plate* : *Stainlees Steel SA 167*
- *Tray Spacing* : 0,5 m
- *Plate Thickness* : 5 mm

### 3.8. Menara Distilasi - 03

Kode : MD-03

Fungsi : Menghasilkan produk asam *formiat* dengan kemurnian 82 %

Tipe : *Packed Tower* dengan kondensor total dan reboiler parsial serta bahan isian jenis *pall ring*.

Jumlah : 1 buah

Kondisi operasi

- Tekanan : 0,47 atm
- Suhu umpan : 99,65 °C
- Suhu distilat : 80 °C
- Suhu bottom : 103 °C

HETP : 0,63 m

Umpan masuk : pada stage ke 22

Dimensi menara atas

- Diameter kolom : 2,15 m
- Tebal *head* : 0,1875 in

Diameter menara bawah

- Diameter kolom : 2,53 m
- Tebal *head* : 0,1875 in

Tinggi menara : 41,56 m

Bahan Konstruksi : *Carbon Steel SA 283 grade C*

### 3.9. Kondensor (01)

Kode : CD

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas menara distilasi 1

Tipe : *Shell and tube*

Spesifikasi

- Duty : 7786612,32 kJ / jam

Shell :

- ID shell : 21,25 in
- Length : 8 ft
- Fluida : Distilat MD 01
- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 72,14
- Kapasitas : 9741,16 kg/jam
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Tube :

- Jumlah (Nt) : 270
- OD : 0.75 in
- BWG : 16
- Pitch : 1 in (*square pitch*)
- Fluida : Air
- Tekanan : 1 atm
- Suhu : 30
- Kapasitas : 123597,02 kg/jam
- Bahan konstruksi : *Cast Steel*

A ( Luas perpindahan panas) : 400,94 ft<sup>2</sup>

### 3.10.Kondensor (02)

Kode : CD 02

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas menara distilasi 2

Tipe : *Double pipe*

Spesifikasi

• Duty : 2748329,879 kJ / jam

•Luas area transfer : 98,32 ft<sup>2</sup>

•Hairpin

Jumlah hairpin : 4

Panjang : 16 ft

•Pipa luar (*Annulus*)

Fluida : fluida panas (hasil atas MD 02)

Tekanan : 4,36 atm

Suhu : 80 °C

Kapasitas : 6528,968 kg/jam

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

•Pipa dalam

Fluida : air pendingin

Tekanan : 1 atm

Suhu : 30 °C

Kapasitas : 43624,28 kg/jam

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

### 3.11.Kondensor (03)

Kode : CD 03

Fungsi : Mengkondensasikan hasil atas menara distilasi 3

Tipe : *Shell and tube*

Spesifikasi

• Duty : 67461840,46 kJ / jam

Shell :

- ID shell : 37 in

- Fluida : Distilat MD 03

- Suhu : 80 °C

- Kapasitas : 31056,35596 kg/jam



- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Tube :

- Jumlah (Nt) : 1068

- OD : 0.75 in

- BWG : 16

- *Length* : 8 ft

- *Pitch* : 1 in (*triangular pitch*)

- Fluida : Air

- Suhu : 30 °C

- Kapasitas : 1070822,86 kg/jam

- Bahan konstruksi : *Cast Steel*

A ( Luas perpindahan panas ) : 2413,35839ft<sup>2</sup>

### 3.12.Reboiler (01)

Kode : RE 01

Fungsi : Menguapkan kembali hasil bawah menara distilasi 01

Tipe : *Kettle reboiler*

Spesifikasi

• Duty : 7809310,0617 kJ / jam

Shell :

- ID shell : 21,25 in

- Fluida : Panas (*saturated steam*)

- Suhu : 140 °C

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Tube :

- Jumlah (Nt) : 188

- OD : 1,00 in

- BWG : 16

- Length : 12 ft

- Pitch : 1 in (*triangular pitch*)

- Fluida : Hasil bawah MD 01

- Kapasitas : 13217,3727 kg/jam

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

A ( Luas perpindahan panas) : 590,62080 ft<sup>2</sup>

### 3.13.Reboiler (02)

Kode : RE 02

Fungsi : Menguapkan kembali hasil bawah menara distilasi 02

Tipe : *Kettle reboiler*

Spesifikasi

• Duty : 2621996,5227 kJ / jam

Shell :

- ID shell : 21,25 in

- Fluida : Panas (*saturated steam*)

- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Tube :

- Jumlah (Nt) : 106
- OD : 1,00 in
- BWG : 16
- Length : 12 ft
- Pitch : 1 in (*triangular pitch*)
- Fluida : Hasil bawah MD 02
- Kapasitas : 4934,7280 kg/jam
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

A ( Luas perpindahan panas) : 333,0096 ft<sup>2</sup>

### 3.14.Reboiler (03)

Kode : RE 03

Fungsi : Menguapkan kembali hasil bawah menara distilasi 03

Tipe : *Kettle reboiler*

Spesifikasi

- Duty : 67290339,9097kJ / jam

Shell :

- ID shell : 37 in
- Fluida : Panas (*saturated steam*)
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

Tube :

- Jumlah (Nt) : 1144
- OD : 1,00 in

- BWG : 16
- Length : 16 ft
- Pitch : 1 in (*triangular pitch*)
- Fluida : Hasil bawah MD 03
- Kapasitas : 62678,3649kg/jam
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel*

A ( Luas perpindahan panas) :  $3593,07520\text{ft}^2$

### 3.15. Pompa (P-01)

- Kode : P 01
- Fungsi : Memompa air dari Tangki bahan baku T-01 ke reaktor R-01
- Tipe : *Centrifugal pump*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon steel SA 167*
- Kapasitas : 28,6637 gpm
- Daya pompa : 0,5 HP
- Pipa yang digunakan
  - D nominal *size* : 2 in
  - No. *Schedule* : 80
  - ID : 1,939 in
  - OD : 2,375 in

### 3.16. Pompa (P-02)

Kode	: P 02
Fungsi	: Memompakan <i>metil formiat</i> dari Tangki bahan baku T-01 ke R-01
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon steel SA 167</i>
Kapasitas	: 15,2442 gpm
Daya pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	
▪ D nominal <i>size</i>	: 1,5 in
▪ No. <i>Schedule</i>	: 80
▪ ID	: 1,5 in
▪ OD	: 1,9

### 3.17. Pompa (P-03)

Kode	: P 03
Fungsi	: Memompa produk keluar kondensor MD-01 ke MD 02
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 grade C</i>
Kapasitas	: 50,760 gpm
Daya pompa	: 5 HP
Pipa yang digunakan	

- D nominal *size* : 2,5 in
- No. *Schedule* : 40
- ID : 2,469 in
- OD : 2,875 in

### 3.18. Pompa (P-04)

- Kode : P 04
- Fungsi : Memompa produk keluar MD 01 ke plate umpan MD 02
- Tipe : *Centrifugal pump*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 grade C*
- Kapasitas : 21,34gpm
- Daya pompa : 2,5 HP
- Pipa yang digunakan
  - D nominal *size* : 2 in
  - No. *Schedule* : 80
  - ID : 1,939in
  - OD : 2,375 in

### 3.19. Pompa (P-05)

- Kode : P 05
- Fungsi : Memompa produk keluar kondensor ke top MD-02 dan reaktor
- Tipe : *Centrifugal pump*

Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 grade C</i>
Kapasitas	: 174,99 gpm
Daya pompa	: 10 HP
Pipa yang digunakan	
▪ D nominal <i>size</i>	: 5 in
▪ No. <i>Schedule</i>	: 80
▪ ID	: 4,813 in
▪ OD	: 5,563 in

### 3.20. Pompa (P-06)

Kode	: P 06
Fungsi	: Memompa produk keluar kondensor ke top MD-03
Tipe	: <i>Centrifugal pump</i>
Jumlah	: 1 buah
Bahan konstruksi	: <i>Carbon Steel SA 285 grade C</i>
Kapasitas	: 32,71 gpm
Daya pompa	: 1 HP
Pipa yang digunakan	
▪ D nominal <i>size</i>	: 2 in
▪ No. <i>Schedule</i>	: 40
▪ ID	: 2,067 in

- OD : 2,375 in

### 3.21. Pompa (P-07)

- Kode : P 07
- Fungsi : Memompa produk keluar kondensor ke reaktor
- Tipe : *Centrifugal pump*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Carbon Steel SA 285 grade C*
- Kapasitas : 26,91 gpm
- Daya pompa : 5 HP
- Pipa yang digunakan
  - D nominal *size* : 2 in
  - No. *Schedule* : 80
  - ID : 1,939 in
  - OD : 2,067 in

### 3.22. Pompa (P-08)

- Kode : P 08
- Fungsi : Memompa dari MD-03 ke TP-01
- Tipe : *Centrifugal pump*
- Jumlah : 1 buah
- Bahan konstruksi : *Stainless steel SA 167*
- Kapasitas : 12,4450 gpm



Daya pompa : 0,5 HP

Pipa yang digunakan

- D nominal *size* : 1,5 in
- No. *Schedule* : 80
- ID : 1,5 in
- OD : 1,9 in

### 3.22. *Ejektor*

Fungsi : mempertahankan kondisi *vakum* di menara distilasi-03

Tipe : *Steam jet ejector*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

Kondisi operasi

- Suhu *steam* masuk : 140°C
- Tekanan *steam* masuk : 85 psi
- Suhu gas masuk : 50,86°C
- Tekanan gas masuk : 0,46 atm
- Tekanan campuran keluar : 1 atm

Kebutuhan *steam* tekanan tinggi : 6,586 kg/jam

### 3.23. *Heater (01)*

Kode : HE 01

Fungsi : Memanaskan umpan air sebelum masuk reaktor

Tipe : *Double pipe*

Spesifikasi

- Duty : 145018,538 kJ/jam

- Luas area transfer : 33,36 ft<sup>2</sup>

- Hairpin

Jumlah hairpin : 3

Panjang : 12 ft

- Pipa luar (*Annulus*)

Fluida : Fluida panas (*steam*)

Kapasitas : 66,5441 Kg/jam

Bahan konstruksi : *Cast steel*

- Pipa dalam

Fluida : Fluida dingin (umpan air)

Kapasitas : 1540,82 kg/jam

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

### **3.24. Heater (02)**

Kode : HE 02

Fungsi : Memanaskan umpan *metil formiat* sebelum masuk reaktor

Tipe : *Double pipe*

Spesifikasi

- Duty : 265810,3062 kJ/jam

- Luas *area transfer* : 174,703ft<sup>2</sup>

- Hairpin

Jumlah hairpin : 8

Panjang : 12 ft

- Pipa luar (Annulus)

Fluida : Fluida panas (*steam*)

Kapasitas : 121,97 Kg/jam

Bahan konstruksi : *Cast steel*

- Pipa dalam

Fluida : Fluida dingin (*metil formiat*)

Kapasitas : 2757,5934 Kg/jam

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

### 3.25. Heater (03)

Kode : HE 03

Fungsi : Memanaskan produk keluar reaktor sebelum masuk MD-01

Tipe : *Double pipe*

Jumlah parallel : 1

Spesifikasi

- Duty : 75324,6210 kJ/jam

- Luas area transfer : 5,6971 ft<sup>2</sup>

- Hairpin

Jumlah hairpin : 1

Panjang : 8 ft

- Pipa luar (Annulus)

Fluida : Fluida panas (*steam*)

Kapasitas : 34,564 kg/jam

Bahan konstruksi : *Cast steel*

- Pipa dalam

Fluida : Fluida dingin (umpan masuk MD-01)

Kapasitas : 7039,2788 Kg/jam

Bahan konstruksi : *Carbon steel*

### **3.26. Heater (04)**

Kode : HE 04

Fungsi : Memanaskan umpan sebelum masuk MD-02

Tipe : *Double pipe*

Spesifikasi

- Duty : 174837,8767 kJ/jam

- Luas *area transfer* : 87,245 ft<sup>2</sup>

- Hairpin

Jumlah hairpin : 6

Panjang : 8 ft

- Pipa luar (Annulus)

Fluida : Fluida panas (*steam*)

Kapasitas : 80,227 kg/jam

Bahan konstruksi : *Cast steel*

- Pipa dalam

Fluida : Fluida dingin

Kapasitas : 1795,2693 Kg/jam

Bahan konstruksi: *Carbon steel*

### **3.27. Cooler (CR-05)**

Kode : HE 05

: Mendinginkan hasil bawah MD-03 yang akan disimpan di tangki

Tipe : *shell and tube heat exchanger*

Jumlah : 1 buah

Bahan konstruksi : *Carbon steel(Shell)* dan *Cast steel (tube)*

Spesifikasi

Tipe HE : 1-2

Shell : - ID shell : 13,25 in

- Length : 12 ft

Tube : - jumlah (Nt) : 106

- OD : 0,75in

- BWG : 16

- Pitch : 1 in ((triangular)

A ( Luas perpindahan panas) : 249,69 ft<sup>2</sup>

### **3.28. Cooler (CR-06)**

Kode : HE 06

: Mendinginkan hasil bawah MD 02 yang akan disimpan ke tangki

Tipe : *Double pipe*

Spesifikasi

• Duty : 238532,4311 kJ/jam

- Luas area transfer:  $51,511383 \text{ ft}^2$

- Hairpin

Jumlah hairpin : 3

Panjang : 10 ft

- Pipa luar (Annulus)

Fluida : Fluida panas (hasil bawah MD-02)

Kapasitas :  $1773,16353 \text{ kg/jam}$

Bahan konstruksi: *Cast steel*

- Pipa dalam

Fluida : Fluida dingin (air)

Kapasitas :  $3786,229065 \text{ Kg/jam}$

Bahan konstruksi: *Carbon steel*

## ANALISIS EKONOMI

### CAPITAL INVESTMENT

Meliputi :

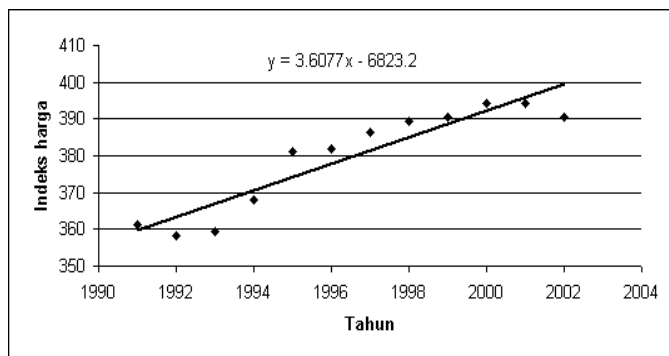
- a. fixed capital
- b. working capital

#### A. FIXED CAPITAL INVESTMENT

Tabel indeks untuk tahun 1991 - 2002

No	tahun	indeks
1	1991	361,3
2	1992	358,2
3	1993	359,2
4	1994	368,1
5	1995	381,1
6	1996	381,7
7	1997	386,5
8	1998	389,5
9	1999	390,6
10	2000	394,1
11	2001	394,3
12	2002	390,4

(Tabel 6-2 hal. 238 Peters & Timmerhaus,ed.5, 2003)



$$y = 3,6077 x - 6823,2$$

dengan :

y = indeks

x = tahun

sehingga diketahui indeks tahun 2010 adalah : 428,277

#### # Mencari harga tangki tahun 2010

harga tangki untuk kapasitas yang sama tahun 2002 adalah (US\$) = 65000

indeks tahun 2002 = 390.4

indeks tahun 2010 = 428.277

$Ex = Ey \cdot (Nx / Ny)$

= 71306,36527 (harga tangki tahun 2010)

Harga alat total (US\$) = 1.322.553

= Rp12.564.253.051 = (nilai tukar rupiah = Rp 9.500 per US)

### **CAPITAL INVESTMENT**

#### **1. Purchase Equipment cost**

PEC Murni = US \$	= 1,322,533.00
Biaya pengangkutan sampai pelabuhan (= 15 % EC )	= 198,382.94
Asuransi pengangkutan ( 0,5 - 0,75 % EC ) diambil 0,55 %	= 7,274.04
Provisi bank ( 0,25 % EC )	= 3,306.38
EMKL ( 5 - 10 % EC ) diambil 6 %	= 79,353.18
Biaya pengangkutan dari pelabuhan sampai lokasi ( 25 % EC )	= 330,638.24

**TOTAL PURCHASED EQUIPMENT COST ( PEC ) US \$ = 1,941,508**

#### **2. Instalasi**

Besarnya biaya instalasi adalah 43 % dari PEC Murni US \$ 145481

Material ( 11 % . PEC Murni )

Buruh ( 32 % . PEC Murni )

1 man hour asing = US \$ 20

1 man hour indonesia = Rp 20000

1 man hour asing = 2 man hour Indonesia

jumlah man hour asing = 32 % . PEC Murni / US \$ 20 = 21161

Pemasangan alat memakai 5 % tenaga asing dan 95 % tenaga Indonesia, sehingga :  
perincian ongkos buruh :

ASING = 0,05 \* jmlh man hour asing \* US \$ 20 US \$ 21161

INDONESIA = 0,95 \* 2 \* jmlh man hour indonesia Rp 804112195  
\* Rp 20000/man hour Indonesia



**Total biaya instalasi :**

US \$ : US \$ 166642  
Rp : Rp.804112195

**3. Pemipaan**

sistem : proses fluid

Besarnya : 68 % PEC murni ( material 38 %, buruh 30 % )

Material = 38 % . PEC murni = US\$ 502570

Buruh = 30 % PEC murni

jumlah men hour asing =  $0,30 \times \text{PEC murni} / \text{US \$ 20} = 19838$

Pemasangan menggunakan 100 % tenaga indonesia .

Ongkos buruh =  $2 \times \text{jml M.H.Indonesia} \times \text{Rp.20000/MH.Indonesia}$  Rp 793531772

**Total biaya pemipaan :**

US \$ : US\$ 502570  
Rp : Rp 793531772

**4. Instrumentasi**

Besarnya : 30 % PEC murni ( material 24 %, buruh 6 % )

Material = 24 % PEC murni US \$ 317413

Buruh = 6 % PEC murni

jumlah men hour asing =  $6 \% \cdot \text{PEC murni} / \text{US \$ 20} = 3968$

Pemasangan menggunakan 5 % tenaga asing dan 95 % tenaga Indonesia

Ongkos Buruh :

ASING =  $5 \% \cdot \text{jml men hour asing} \cdot \text{US \$ 20} = \text{US \$ 3968}$

INDONESIA =  $95 \% \cdot 2 \cdot \text{jml men hour Indonesia} \cdot \text{Rp 20000} = \text{Rp 150771037}$

**Total biaya instrumentasi :**

US \$ : US \$ 321380  
Rp : Rp 150771037

**5. Isolasi**

Besarnya = 8 % PEC murni

Material = 3 % PEC murni US \$ 39677

Buruh = 5 % PEC murni

jumlah men hour asing =  $5 \% \cdot \text{PEC murni} / \text{US \$ 20} = 3306$

Pemasangan menggunakan 100 % tenaga Indonesia

Ongkos Buruh :

INDONESIA

=  $2 \cdot \text{jml men hour Indonesia} \cdot \text{Rp 20000/man hour Indonesia}$  Rp 132255295

**Total biaya isolasi :**

US \$ : US \$ 39677  
Rp : Rp 132255295

**6. Fasilitas Listrik**

Besarnya : 10 - 15 % PEC Murni ( diambil 12 % dg material 9 %, buruh 3 % )

Material = 9 % PEC murni US \$ 119030

Buruh = 3 % PEC murni

jumlah men hour asing =  $3 \% \cdot \text{PEC murni} / \text{US \$ 20} = 1984$

Pemasangan menggunakan 100 % tenaga Indonesia

Ongkos Buruh :

INDONESIA

= 2 . jml men hour Indonesia . Rp 20000/M.H. Indonesia

Rp 79353177

**Total biaya Fasilitas Listrik :**

US \$ :

US \$ 119030

Rp :

Rp 79353177

### **7. Bangunan**

Besarnya : 45 % PEC murni

Biaya bangunan :

US\$595148.83

### **8. Tanah dan Perbaikan**

Luas tanah diperkirakan = 15,000 m<sup>2</sup>

harga tanah diperkirakan = Rp 900,000.00 / m<sup>2</sup>

Biaya pembelian tanah

Rp13,500,000,000

Biaya perbaikan tanah ( 10 - 15 % ) PEC murni

diambil 10 % PEC murni = US \$

US \$ 132255

**Total biaya tanah dan perbaikan**

US \$ :

US \$ 132255

Rp :

Rp13,500,000,000

Biaya instalasi utilitas (43% dari harga alat)

Material = 11% x PEC utilitas =

US\$ 321,978

Jumlah man hour = 32% x PEC utilitas / US\$ 20 =

46,833

Labor asing = 5 % . Jumlah man hour . US\$ 20 =

46,833

Labor lokal = 95 % . 2 . Jumlah man hour . Rp. 20.000,00 =

1,779,659,437

**Total biaya utilitas**

US\$ :

368,811

Rp :

1,779,659,437

**Jadi besarnya Physical Cost dapat dihitung :**

### **PHYSICAL COST**

No	keterangan	US \$	rupiah
1	purchase equipment cost ( EC )	1941508	0
2.	instalasi	166642	804112195
3.	pemipaan	502570	793531772
4.	instrumentasi	321380	1507711037
5.	isolasi	39677	132255295
6.	listrik	119030	79353177
7.	bangunan	595149	
8.	tanah dan perbaikan	132255	13,500,000,000
9.	utilitas	368811	1779659437
<b>TOTAL PHYSICAL PLANT COST ( PPC )</b>		<b>4187021</b>	<b>17239682913</b>

### **10. Engineering and construction ( E & C )**

besarnya = 25 % PPC

E & C =

US\$

Rp

1046755

4309920728

### **DIRECT PLAN COST (DPC)**

**= PPC + ( E & C )**

US\$

Rp

	5233777	21549603642
<b>11. Contractor's Fee</b>		
besarnya 4 - 10 % DPC		
diambil 5 % DPC		
<b>contractor's fee</b>	=	
	US\$	Rp
	261689	1077480182

**12. Contingency**  
 besarnya 10 - 25 % DPC  
 diambil 12 % DPC

**Biaya contingency** =

**FIXED CAPITAL INVESTMENT ( FCI )**

FCI = DPC + CONTINGENCY + CONTRACTOR'S FEE

	US\$	Rp
<b>FCI</b>	=	
	6123519	25213036261

**B. WORKING CAPITAL**

Diambil 1 tahun = 12 bulan periode

**1. Raw material inventory**

Persediaan dalam 1 bulan

Metil Formate 2775,28 kg/jam, dalam 1 bulan = 1831686 kg/jam

Harga metil formate/kg = 0,8200 US \$ / kg

Biaya Metil formate = 1501983 US \$

***Shipping :***

Biaya asuransi 0,5% biaya bahan baku :

= 7510 US\$

Biaya pengangkutan sampai lokasi 15% biaya bahan baku :

= 225297 US\$

**Total biaya** = **232807 US\$**

**Biaya raw material** = **US \$ 1501983**

**Total biaya raw material inventory** = **US \$ 1734790**

**2. Inprocess inventory**

hold up time = 0.5 bulan

Biaya = ( 0,5 \* MC / bulan \* total hold up time )

<b>Inprocess inventory</b>	US \$	Rp
	540801	494690869

**3. Produk Inventory**

Biaya yang diperlukan 1 bulan manufacturing cost

Biaya produk <i>inventory</i>	US\$	Rp
	2163202	1978763476

**4. Extended credit**

diperkirakan sejumlah besarnya penjualan produk untuk 1 bulan produksi.

= Biaya penjualan 1 tahun /12 US\$

**3399840**

**5. Available cash**

diperkirakan sejumlah 1 bulan manufacturing cost :

	US\$	Rp
	2163202	1978763476

**TOTAL BIAYA WORKING CAPITAL**

	US\$	Rp
	<b>10001836</b>	<b>4452217820</b>
<b>FCI + WC =</b>	US\$	Rp
	<b>16125355</b>	<b>29665254081</b>

**MANUFACTURING COST**

Terdiri dari :

- Direct manufacturing cost
- Indirect manufacturing cost
- Fixed manufacturing cost

**1. Direct manufacturing cost****a. Bahan baku ( Basis FOB )**

Kebutuhan bahan baku selama 1 tahun

Metil Formate 2775.28 kg/jam, dalam 1 tahun = 21980237

Harga metil formate/kg = 0.82 US \$ / kg

Biaya Metil formate = 18023794 US \$

**Shipping :**

Biaya asuransi 0,5% biaya bahan baku : 901190 US \$

Biaya pengangkutan sampai lokasi 5% biaya bahan baku : 90119 US \$

**Total biaya = 991,309 US \$**

**Biaya bahan baku = US \$ 18,023,794**

**Total biaya bahan baku = US \$ 19,015,103**

**b. Labor**

Karyawan	jumlah	gaji / bln (Rp.)	Biaya 1 tahun
Karyawan proses	20	2000000	480000000
Karyawan pengendalian	8	2000000	192000000
Karyawan laboratorium	8	2000000	192000000
Karyawan pemasaran	3	2000000	72000000
Karyawan pembelian	3	2000000	72000000
Karyawan pemeliharaan	8	2000000	192000000
Karyawan utilitas	8	2000000	192000000
	58	TOTAL Rp.	<b>1392000000</b>

**c. supervisi**

Jabatan	jumlah	gaji / bln (Rp.)	Biaya 1 tahun
Kepala seksi	12	4000000	576000000
Kepala Bagian	5	7500000	450000000
	17		1026000000

**Biaya Supervisi = Rp 1,026,000,000.00**

**d. Maintenance**

besarnya 2 - 10 % FCI

**Biaya maintenance = 3 % .FCI US\$ Rp**

	183706	756391088
<b>e. Plant supplies</b>		
besarnya 15 % <i>maintenance</i>		

<b>biaya Plant supplies</b>	US\$	Rp
	27556	113458663

**f. Royalties dan paten**

diambil 2 % dari harga jual produk

harga jual produk asam formiat = 1.32 US \$ / kg

Produksi selama 1 tahun = 20000000 kg/tahun

Hasil penjualan asam formiat 1 tahun = US \$ 26400000

harga jual produk metanol 0.95 US \$ / kg

Produksi selama 1 tahun = 15197979 kg/ tahun

Hasil penjualan metanol 1 tahun = US \$ 14398085.64

Total Hasil penjualan produk 1 tahun = US \$ 40798085.64

**Hasil penjualan 1 tahun = US \$ 40798086**

**Biaya royalti dan paten = 2% . Harga jual produk**

**US\$ 815962**

**g. Utilitas**

Biaya pengolahan umpan boiler = 1000 Rp/m3

Jumlah air umpan boiler = 79.40738468 m<sup>3</sup>/jam

Biaya air umpan boiler = Rp628.906.487 /tahun

Biaya pengolahan air pendingin = Rp300 /m3

Jumlah air pendingin = 1240,24 m3/jam

Biaya air pendingin = Rp 2.946.808.761 /tahun

Bahan bakar solar terdiri atas :

1. Bahan bakar untuk boiler = 754.10 L/jam

2. Bahan bakar untuk generator = 34.30 L/jam

jumlah bahan bakar = 788,40 L/jam

Harga solar /L = Rp2,000 /L

Biaya solar = Rp15,030,582,848 /tahun

Harga listrik = 700 Rp / kWh

Jumlah kebutuhan listrik = 149 kWh

Biaya listrik = Rp827.984.409 /tahun

Total biaya utilitas = Rp 16892008330

**Biaya Utilitas = Rp 16,892,008,330**

**TOTAL BIAYA DIRECT MANUFACTURING COST**

	US\$	Rp
	20042326	20179858081

**2. INDIRECT MANUFACTURING COST**

**a. Payroll overhead**

besarnya 15 - 20 % labor

diambil 15 % labor

**Biaya payroll overhead** **Rp 208800000**

**b. Laboratorium**

besarnya 10 - 20 % labor

diambil 10 % labor

**Biaya LABORATORIUM**

**Rp 139200000**

**c. Plant overhead**

besarnya 50 - 100 % labor, diambil 50 % labor

**Biaya plant overhead**

**Rp 696000000**

**d. Packaging dan shipping**

besarnya 13 % dari penjualan produk selama 1 tahun

**Biaya packaging dan transportasi**

**US \$ 5303751**

**TOTAL INDIRECT MANUFACTURING COST**

US\$

Rp

**5303751**

**1044000000**

**3. FIXED MANUFACTURING COST**

**a. Depresiasi**

besarnya 8 - 10 % FCI

diambil besarnya 8 % FCI

**besarnya depresiasi**

US\$

Rp

**489882**

**2017042901**

**b. Property taxes**

besarnya 1 - 2 % FCI

diambil besarnya 1 % FCI

**property taxes**

US\$

Rp

**61235**

**252130363**

**c. Asuransi**

diambil besarnya 1 % FCI

**Asuransi**

US\$

Rp

**61235**

**252130363**

**TOTAL FIXED MANUFACTURING COST**

US\$

Rp

**61235**

**252130363**

**Rp 8,338,646,450.71**

**MANUFACTURING COST**

	US\$	Rp
1. Direct manufacturing cost	<b>20,042,326</b>	<b>20,179,858,081</b>
2. Indirect manufacturing cost	<b>5,303,751</b>	<b>1,044,000,000</b>
3. Fixed manufacturing cost	<b>612,352</b>	<b>2,521,303,626</b>
<b>TOTAL</b>	<b>25,958,429</b>	<b>23,745,161,707</b>

**GENERAL EXPENSE**

meliputi :

a. administrasi

b. Sales

c. Research

d. Finance

**a. Administrasi****1. Management salaries**

jabatan	jumlah	Gaji/bulan (Rp.)	Biaya 1 tahun
Direktur Utama	1	15,000,000	180,000,000
Direktur Produksi dan Teknik	1	10,000,000	120,000,000
Direktur keuangan dan umum	1	10,000,000	120,000,000
Staff Ahli	4	5,500,000	264,000,000
Litbang	3	5,500,000	198,000,000
Sekretaris	2	2,500,000	60,000,000
Karyawan			
Administrasi	2	2,000,000	48,000,000
Karyawan keuangan	2	2,000,000	48,000,000
Karyawan personalia	2	2,000,000	48,000,000
Karyawan Humas	2	2,000,000	48,000,000
Karyawan Keamanan	8	1,200,000	115,200,000
Dokter	1	2,500,000	30,000,000
Perawat	3	1,500,000	54,000,000
Sopir	5	800,000	48,000,000
Pesuruh	4	750,000	36,000,000
	41	<b>TOTAL Rp</b>	<b>1,417,200,000</b>

**2. Legal fee and Auditing, disediakan tiap tahun****= Rp 150,000,000****3. Peralatan kantor tiap tahun****= Rp 40,000,000****BIAYA TOTAL ADMINISTRASI****=Rp 1,607,200,000****b. sales**

diambil 15 % MC

**Besarnya biaya sales**

US\$

Rp

**3893764****3561774256****c. Research**

diambil 8 % MC

**Besarnya biaya sales**

US\$

Rp

**2076674****1899612937****d. Finance**

di indonesia , finance digunakan pendekatan :

Uang yang dipinjam terdiri atas :

1. untuk FC = 25% FC, dengan bunga per tahun = 10 %

2. untuk WC = 50% WC, dengan bunga per tahun = 20 %

Maka : Finance = 10% . 25% . FC + 20% . 50% . WC

**Total Finance**

US\$

Rp

**1153272****1075547689****TOTAL BIAYA GENERAL EXPENSE**

US\$

Rp

**7123710****8144134881****TOTAL BIAYA PRODUKSI ( PRODUCTION COST )**

Production cost	=	Manufacturing cost + general Expense	
= MC + GE			
		US\$	Rp
		33082139	31889296588

### PERHITUNGAN KEUNTUNGAN PRODUKSI

Diambil kurs US\$ saat ini adalah sebesar :

1 US\$ = Rp. 9500

**Biaya Produksi total dalam rupiah = Rp346,169,617,167**

harga jual produk asam formiat = 1.32 US \$ /kg

Produksi selama 1 tahun = 20,000,000 kg/tahun

Hasil penjualan asam formiat 1 tahun = US \$ 26,400,000.00

harga jual produk metanol = 0,95 US \$

Produksi selama 1 tahun = 15197979 kg/tahun

Hasil penjualan asam formiat 1 tahun = US \$ 1438085,64

Total Hasil penjualan produk 1 tahun = US \$ 40,798,085.64

**Hasil penjualan 1 tahun = US \$ 40,798,086**

**Hasil penjualan total 1 tahun dalam US \$ = 40,798,086**

**Hasil penjualan total 1 tahun dalam Rp = 387,581,813,549**

**KEUNTUNGAN = Rp. PENJUALAN PRODUK - BIAYA PRODUKSI**  
**Rp 41,412,196,382**

**jadi : Keuntungan Sebelum pajak Rp 41,412,196,382**

**Pajak = 20 % dari keuntungan Rp 8,282,439,276**

**KEUNTUNGAN SETELAH PAJAK Rp 33,129,757,105**

### ANALISA KELAYAKAN

#### 1. Percent Return of Investment

ROI = ( profit / FCI ) \* 100 %

Untuk industri dengan skala besar ROI = 34 % (Peters & Timmerhaus)

#### a. Percent Return of Investment sebelum pajak

Profit sebelum pajak Rp 41,412,196,382

FCI Rp 83,386,464,507

ROI = 49,66 %

ROI minimum = 34 % untuk large companies

(Table 8.2 Peters, 2003)

#### b. Percent Return of Investment setelah pajak

Profit setelah pajak Rp 33,129,757,105

FCI Rp 83,386,464,507

ROI 39,73 %

#### 2. Pay Out Time ( POT )

POT = ( FCI / ( Profit + depresiasi ) )

Untuk industri kimia dengan risiko tinggi POT = 2 tahun

#### a. Pay Out time Sebelum pajak

FCI Rp 83,386,464,507

Profit Rp 41,412,196,382

Depresiasi Rp 6,670,917,161

POT = 1.69 tahun

20,29 tahun

#### a. Pay Out time Setelah pajak



FCI	Rp 83,386,464,507
Profit	Rp 33,129,757,105
Depresiasi	Rp 6,670,917,161
POT =	2,10 tahun 24,53 bulan

### 3. Break Even Point ( BEP )

#### a. Fixed manufacturing Cost ( Fa )

Fa	Rp 8,338646,451
----	-----------------

#### b. Variabel Cost ( Va )

raw material	Rp 180643475551
packaging + transport	Rp 50385635361
utilitas	Rp 16892008330
royalty	Rp 7751636271
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 255672755913</b>

#### c. Regulated Cost ( Ra )

Labor	Rp 1392000000
payroll Overhead	Rp 208800000
Supervisi	Rp 1026000000
Laboratorium	Rp 139200000
General Expense	Rp 75819381778
Maintenance	Rp 2501593539
Plant Supplies	Rp 375239090
Plant Overhead	Rp 696000000
<b>TOTAL</b>	<b>Rp 82158214803</b>

#### d. Penjualan ( Sa )

Total Penjualan produk selama 1 tahun =	Rp 387581813549
-----------------------------------------	-----------------

$$\text{BEP} = (Fa + 0,3 Ra) / (Sa - Va - 0,7 Ra) \times 100 \%$$

$$\text{BEP} = 44.34 \%$$

#### 4. Shut Down Point ( SDP )

$$\text{SDP} = ((0,3 Ra) / (Sa - Va - 0,7 Ra)) \times 100 \%$$

$$\text{SDP} = 33.13 \%$$

#### 5. Discounted Cash Flow ( DCF )

Persamaan :

$$(FC+WC)(1+i)^n = WC+SV+C((1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i)^0)$$

Dimana

$$FC = 83386464507$$

$$Wc = 99283045420$$

SC = salvage value = nilai barang rongsokan  
diperkirakan umur pabrik ( n ) = 10

C = laba setelah pajak + besarnya depresiasi

$$C = \text{Rp } 39800674266$$

dilakukan trial harga i untuk memperoleh harga kedua sisi persamaan sama .

$$\text{Trial : } i = 20.01 \%$$

$$(FC + WC)(1+i)^n = \text{Rp } 1133167533041$$

$$WC + SV + C((1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i)^0) = \text{Rp } 1133167533041$$

$$\text{Selisih} = 0$$

## BAB VI

### ANALISIS EKONOMI

Pada perancangan pabrik *Asam Formiat* ini dilakukan evaluasi atau penilaian investasi dengan maksud untuk mengetahui apakah pabrik yang dirancang ini dapat menguntungkan atau tidak. Yang terpenting dari perancangan ini adalah estimasi harga dari alat – alat, karena harga ini dipakai sebagai dasar untuk melakukan analisa ekonomi. Analisa ekonomi dipakai untuk mendapatkan perkiraan/estimasi tentang kelayakan investasi modal dalam suatu kegiatan produksi suatu pabrik dengan meninjau kebutuhan modal investasi, besarnya laba yang diperoleh, lamanya modal investasi dapat dikembalikan dan terjadinya titik impas . Selain itu analisa ekonomi dimaksudkan untuk mengetahui apakah pabrik yang akan didirikan dapat menguntungkan atau tidak.

Untuk itu pada perancangan pabrik *Asam Formiat* ini, kelayakan investasi modal yang akan dianalisa meliputi :

a. *Profitability*

Adalah selisih antara total penjualan produk dengan total biaya produksi yang dikeluarkan

b. *% Return of Investement (ROI)*

Adalah persen keuntungan jika dibandingkan dengan investasi (modal)

c. *Pay Out Time (POT)*

Adalah waktu yang diperlukan untuk mengembalikan investasi (modal)

d. *Break Even Point* (BEP)

Adalah Titik (kapasitas) dimana suatu proses produksi tidak mengalami kerugian dan juga tidak mengalami keuntungan.

e. *Shut Down Point* (SDP)

Adalah titik dimana pabrik tersebut mengalami kerugian sebesar *fixed cost*.

f. *Discounted Cash Flow* (DCF)

Untuk meninjau faktor-faktor tersebut di atas perlu diadakan penaksiran terhadap beberapa faktor, yaitu :

I. Penaksiran modal industri (*Total Capital Investment*) yang terdiri atas :

a. Modal Tetap

b. Modal Kerja

II. Penentuan Biaya Produksi Total (TPC)

a. *Manufacturing cost*

b. *General Expense*

III. Total pendapatan penjualan produk Asam Formiat

Yaitu keuntungan yang di dapat selama satu periode produksi.

### 6.1 Penaksiran Harga Peralatan

Harga peralatan pabrik bisa diperkirakan dengan metode yang dikonversikan dengan keadaan yang ada sekarang ini. Penentuan harga peralatan dilakukan dengan menggunakan data indeks harga.

Penentuan harga dengan indeks dilakukan untuk alat dengan kapasitas yang sama dan jenis yang sama namun berbeda tahunnya.

Tabel 6.1. Indeks harga alat

<i>Cost Index,</i>	<i>Chemical Engineering</i>
--------------------	-----------------------------

<b>tahun</b>	<b><i>Plant Index</i></b>
1991	361,3
1992	358,2
1993	359,2
1994	368,1
1995	381,1
1996	381,7
1997	386,5
1998	389,5
1999	390,6
2000	394,1
2001	394,3
2002	390,4

*Sumber : Peters Timmerhause, 2002*

$$Ex = Ey \cdot \frac{Nx}{Ny}$$

Dengan :

Ex : Harga pembelian pada tahun 2010

Ey : Harga pembelian pada tahun 2002

Nx : Indeks harga pada tahun 2010

Ny : Indeks harga 200

## **6.2 Penentuan Total Capital Investment (TCI)**

Asumsi-asumsi dan ketentuan yang digunakan dalam analisa ekonomi :

1. Pembangunan fisik pabrik akan dilaksanakan pada tahun 2008 dengan masa konstruksi dan instalasi selama 2 tahun dan pabrik dapat beroperasi secara komersial pada awal tahun 2010.

2. Proses yang dijalankan adalah proses kontinyu.
3. Kapasitas produksi adalah 40.000 ton/tahun.
4. Jumlah hari kerja adalah 330 hari per tahun
5. Modal kerja yang diperhitungkan selama 1 bulan.
6. *Shut down* pabrik dilaksanakan selama 35 hari dalam satu tahun untuk perbaikan alat-alat pabrik.
7. Umur alat-alat pabrik diperkirakan 10 tahun kecuali alat-alat tertentu (umur pompa adalah 5 tahun).
8. Nilai rongsokan (salvage value) 0 % dari FCI
9. Situasi pasar, biaya dll diperkirakan stabil selama pabrik beroperasi.
10. Upah buruh asing US\$ 20 per *manhour*
11. Upah buruh lokal Rp. 20.000,00 per *manhour*
12. Perbandingan jumlah tenaga asing : lokal = 5 % : 95 %
13. Harga produk *Formic Acid* US\$ 1,32 / kg  
 Harga produk metanol US\$ 0,95 /kg  
 Harga bahan baku: *Metil Formiat* US\$ 0,82 / kg
14. Kurs dollar yang dipakai, 1 US \$ = Rp. 9500,00

#### 6.2.1 Modal Tetap (Fixed Capital Investment)

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Harga pembelian peralatan	1.941.508	0
2.	Instalasi alat-alat	166.642	804112195
3.	Pemipaan	502.570	793531772
4.	Instrumentasi	321.380	150.771.037
5.	Isolasi	39.677	132255.295
6.	Listrik	119.030	79.353.177

7.	Bangunan	595.149	
8.	Tanah & Perbaikan lahan	132.255	13.500.000.000
9.	Utilitas	368.811	1.779.659.437
10.	<i>Engineering&amp;Construction</i>	1.046.755	4.309.920.728
11.	<i>Contractor's fee</i>	261.689	1.077.480.182
12.	<i>Contingency</i>	628.053	2.585.952.437
<b>Fixed Capital Invesment (FCI)</b>		6.123.519	25213036261

**Total Fixed Capital Investment (FCI) =Rp. 33.386.464.507**

### 6.2.2 Modal Kerja ( Working Capital Invesment )

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Persediaan Bahan baku	1.734.790	0
2.	Persediaan Bahan dalam proses	540.801	473.955.887
3.	Persediaan Produk	2163202	1.895.823.550
4.	<i>Extended Credit</i>	3.399.840	
5.	<i>Available Cash</i>	2.163.202	1.895.823.550
<b>Working Capital Investment (WCI)</b>		<b>10.001.836</b>	<b>4.265.602.987</b>

**Total Working Capital Investment (WCI) = Rp. 99.283.045.420**

### TOTAL CAPITAL INVESMENT( TCI )

$$\begin{aligned}
 \text{TCI} &= \text{FCI} + \text{WCI} \\
 &= \text{US\$ } 16.125.355 + \text{Rp. } 29.478.639.247 \\
 &= \text{Rp. } 182.669.509.927
 \end{aligned}$$

### 6.3 Biaya Produksi Total (Total Production Cost)

#### 6.3.1 Manufacturing Cost

Direct Manufacturing Cost

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Harga Bahan Baku	19.015.103	0
2.	Gaji Pegawai	0	139.200.000

3.	Supervisi	0	1.026.000.000
4.	<i>Maintenance</i>	183.706	75.639.1088
5.	<i>Plant Supplies</i>	27 556	113.458.663
6.	<i>Royalty &amp; Patent</i>	815.962	0
7.	Utilitas	0	16.892.008.330
<b>Total Direct Manufacturing Cost (DMC)</b>		<b>20.042.326</b>	<b>20.179.858.081</b>

**Total Direct Manufacturing Cost (DMC) =Rp. 210.581.955.100**

#### **6.3.1.1 Indirect Manufacturing Cost**

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	<i>Payroll Overhead</i>	0	208.800.000
2.	<i>Laboratory</i>	0	139.200.000
3.	<i>Plant Over Head</i>	0	696.000.000
4.	<i>Packaging &amp; Shipping</i>	5.303.751	0
<b>Total Indirect Manufacturing Cost (IMC)</b>		<b>530.3751</b>	<b>1.044.000.000</b>

**Total Indirect Manufacturing Cost (IMC) = Rp. 51.429.635.761**

#### **Fixed Manufacturing Cost**

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Depresiasi	489.882	2.017.042.901
2.	<i>Property Tax</i>	61235	252.130.363
3.	Asuransi	61.235	252.130.363
<b>Total Fixed Manufacturing Cost (FMC)</b>		<b>612.352</b>	<b>2.521.303.626</b>

**Total Fixed Manufacturing Cost (FMC) = Rp.8.338.646.450**

**Total Manufacturing Cost (TMC) = DMC + IMC + FMC**

$$= \text{US\$ } 25.958.429 + \text{Rp. } 23.745.161.707$$

$$= \text{Rp. } 270.350.237.200$$

### General Expense

No.	Jenis	Harga US \$	Harga (Rp)
1.	Administrasi	0	1.607.200.000
2.	<i>Sales</i>	3.893.764	3.561.774.256
3.	Riset	2.076.674	1.899.612.937
4.	<i>Finance</i>	1.153.272	1.075.547.689
<b>General Expense (GE)</b>		<b>33.082.139</b>	<b>31.889.296.588</b>

$$\text{General Expense (GE)} = \text{Rp } 74.811.604.250$$

$$\text{Biaya Produksi Total (TPC)} = \text{TMC} + \text{GE}$$

$$= \text{Rp } 270.350.237.200 + \text{Rp. } 74.811.604.250$$

$$= \text{Rp. } 345.161.841.500$$

### 6.4 Keuntungan (Profit)

Penjualan selama 1 tahun :

$$\text{Formic Acid} = \text{US\$ } 26.400.000$$

$$\text{Metanol} = \text{US\$ } 14.398.085$$

$$\text{Total Penjualan} = \text{US\$ } 40.798.086$$

$$= \text{Rp. } 387.581.813.549$$

$$\text{Biaya Produksi Total} = \text{Rp. } 345.161.841.500$$

$$\text{Keuntungan Sebelum Pajak} = \text{Rp. } 41.412.196.382$$

$$\text{Pajak } 20 \% = \text{Rp. } 8.282.439.276$$

$$\text{Keuntungan Setelah Pajak} = \text{Rp. } 33.129.757.105$$

### 6.5 Analisa Kelayakan



1. *% Return of Investmen (% ROI)*

$$\begin{aligned}\text{ROI sebelum pajak} &= \frac{\text{Keuntungan Sebelum Pajak}}{\text{FCI}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp. 41.412.196.382}}{\text{Rp. 83.386.464.507}} \times 100\% \\ &= 49,66\%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{ROI setelah pajak} &= \frac{\text{Keuntungan Setelah Pajak}}{\text{FCI}} \times 100\% \\ &= \frac{\text{Rp. 33.129.757.105}}{\text{Rp. 83.386.464.507}} \times 100\% \\ &= 39,73\%\end{aligned}$$

2. *Pay Out Time (POT)*

$$\begin{aligned}\text{POT sebelum pajak} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Keuntungan Sebelum Pajak} + \text{Depresiasi}} \\ &= \frac{\text{Rp. 83.386.464.507}}{\text{Rp. 41.412.196.382} + \text{Rp 6.670.917.161}} \\ &= 1,73 \text{ tahun}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{POT setelah pajak} &= \frac{\text{FCI}}{\text{Keuntungan Setelah Pajak} + \text{Depresiasi}} \\ &= \frac{\text{Rp. 83.386.464.507}}{\text{Rp. 33.129.757.105} + \text{Rp. 6.670.917.161}} \\ &= 2,10 \text{ tahun}\end{aligned}$$

3. *Break Even point (BEP)*

- *Fixed manufacturing cost (Fa)*

Fa

Rp. 8.338.646.451

-	<i>Variabel Cost (Va)</i>	
	<i>Raw material</i>	Rp. 180.643.475.551
	<i>Packaging and transport</i>	Rp. 50.385.635.761
	<i>Utilities</i>	Rp. 16.892.008.330
	<i>Royalti</i>	<u>Rp. 7.751.636.271</u>
	<b>Total</b>	Rp. 255.672.755.913
-	<i>Regulated Cost (Ra)</i>	
	<i>Labor</i>	Rp. 1392.000.000
	<i>Payroll Overhead</i>	Rp. 208.800.000
	<i>Supervisi</i>	Rp. 1.026.000.000
	<i>Laboratorium</i>	Rp. 139.200.000
	<i>General Expense</i>	Rp. 75.819.381.778
	<i>Maintenance</i>	Rp. 2.501.593.935
	<i>Plant Supplies</i>	Rp. 375.239.090
	<i>Plant Overhead</i>	<u>Rp. 696.000.000</u>
	<b>Total</b>	Rp. 82.158.214.803

$$\begin{aligned}
 \text{BEP} &= \frac{Fa + 0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100 \% \\
 &= \frac{\text{Rp. 83.386.464.507} + 0,3 \times \text{Rp 81.910.639.124}}{\text{Rp.387..581.813.549.}-\text{Rp.255.672.755.913}-0,7\text{Rp}82.158.214.803} \\
 &= 44,34 \%
 \end{aligned}$$

4. *Shut Down Point (SDP)*

$$\begin{aligned}
 \text{SDP} &= \frac{0.3Ra}{Sa - Va - 0.7Ra} \times 100 \% \\
 &= \frac{0,3 \times \text{Rp 81.910.639.124}}{\text{Rp.387..581.813.549.}-\text{Rp.255.672.755.913}-0,7\text{Rp}82.158.214.803} \\
 &= 33,13 \%
 \end{aligned}$$

5. *Discounted Cash Flow (DCF)*

Umur pabrik (n) = 10 tahun

FCI = Rp. 83.386.464.507

WC = Rp. 95.469.660.254

SV = 0

C = Keuntungan setelah pajak + depresiasi  
= Rp.33.129.757.105 + Rp.6.670.917.161  
= Rp. 39.800.674.266

$$(FCI + WC) (1 + i)^n = Wc + Sv + C \{ (1+i)^{n-1} + (1+i)^{n-2} + \dots + (1+i) + 1 \}$$

Dengan trial and error diperoleh  $i = 20,01 \%$

Tabel 6.1 Kelayakan Ekonomi

	Hasil Prarancangan	Kelayakan
ROI		
- Sebelum pajak	49,66 %	Untuk high risk, minimum 44%.
- Setelah pajak	39,73 %	
POT		
- Sebelum pajak	1,73 tahun	Maksimum 2 tahun
- Setelah pajak	2,10 tahun	
BEP	44,34 %	40-60 %
SDP	33,13 %	
DCF	20,01 %	5,75 %

Dari analisa ekonomi yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa pendirian pabrik *Formic Acid* dengan kapasitas 20.000 ton per tahun layak dipertimbangkan untuk direalisasikan pembangunannya.

